

## YAPRAKTAN UYGULANAN HUMİK ASİDİN KİREÇLİ VE TUZLU TOPRAK KOŞULLARINDA MISIR BİTKİSİNİN GELİŞİMİ VE KİMİ BESİN ELEMENTLERİ ALIMI ÜZERİNE ETKİSİ

Hakan ÇELİK, Barış Bülent AŞIK, Murat Ali TURAN, Ali Vahap KATKAT

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü  
Görükle Kampüsü, Bursa  
hcelik@uludag.edu.tr

### ÖZET

Yapraktan uygulanan humik asidin, kireçli ve tuzlu toprak koşullarında yetiştirilen mısır bitkisinin gelişimi ve kimi besin elementi içeriği üzerine etkisini belirlemek amacıyla serada yürütülen çalışmada, % 40 CaCO<sub>3</sub> ve 60 mM NaCl ilave edilerek hazırlanan topraklarda mısır bitkisi (Fleuri AG 92149) yetiştirilmiştir. Humik asit uygulamaları (H0, H1 ve H2) mısır çıkışlarından sonraki 20. ve 35. günlerde % 0, 0.1 ve 0.2 dozlarında yapraktan yapılmıştır.

Toprağa uygulanan tuz ve kireç bitkilerin çimlenmesini ve gelişimini olumsuz yönde etkilerken, kuru ağırlıklarında ise strese bağlı olarak azalma gözlenmiştir. Tuz ve kirecin olmadığı kontrol uygulamalarında yapraktan uygulanan humik asidin artan dozları mısır bitkisinin kuru madde miktarını, kaldırılan potasyum, kalsiyum ve çinko elementlerinin miktarlarını artırdığı görülmüştür. Yapraktan uygulanan humik asit stres koşullarında bitkinin kuru madde miktarı ve kaldırılan besin maddeleri üzerine olumlu yönde etki etmiştir. Tuzlu koşullarda besin elementlerinin kaldırılan miktarlarındaki artış en fazla humik asidin ikinci uygulama dozundan (H2) elde edilmiştir. Tuzlu ve kireçli koşullarda uygulanan humik asidin birinci dozu (H1) mısır bitkisinin kuru madde ve topraktan kaldırdığı bitki besin elementi miktarlarını artırırken, ikinci humik asit (H2) dozundaki artışlar birinci doza (H1) oranla daha düşük bulunmuştur.

Tuz ve kireç içeriği yüksek, bitki gelişiminin ve besin elementi alımının etkilendiği topraklarda, humik asidin yapraktan uygulanması ile bu olumsuz etkinin azaltılabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Humik asit, interaksiyon, kireç, mısır, tuz

## EFFECTS OF FOLIAR APPLIED HUMIC ACID ON GROWTH AND SOME NUTRIENT UPTAKE OF MAIZE UNDER SALINE AND CALCAREOUS SOIL CONDITIONS

### ABSTRACT

*A greenhouse research was conducted to determine the effects of foliar application of humic acid, on dry matter and some nutrient element uptake of maize grown under calcareous and saline soil conditions. For this purpose, 40 % agricultural lime (CaCO<sub>3</sub>) and 60 mM NaCl were added to obtain these conditions. Maize plant (Fleuri AG 92149) was grown in these conditions. Humic acid (H0, H1 and H2) were applied to the leaves of maize on 20<sup>th</sup> and 35<sup>th</sup> days at 0, 0.1 and 0.2 % doses after the emergence.*

*Soil application of NaCl and CaCO<sub>3</sub> negatively affected the maize development. Loses on dry weights of the plants were observed due to the stress. On control plots which have no salt and lime, increasing foliar application doses of humic acid elevated the dry matter and some nutrient elements uptake such as potassium, calcium and zinc. On saline conditions, the increases on the up taken amounts of nutrients were observed on the second application dose of humic acid (H2). Under the calcareous and saline conditions, while the first application dose of humic acid (H1) elevated the dry matter yield and nutrient elements uptake, the increases at the second dose (H2) were found lower than the first application dose.*

*We can conclude that on saline and calcareous soil conditions, which affect the plant development and uptake of the nutrient elements, foliar application of humic acid could minimize the negative effect.*

**Key words:** *Humic acid, interaction, lime, maize, salt*

### 1. Giriş

Dünya nüfusunun sürekli ve hızla artmasına karşın tarım topraklarının sınırlı kaldığı göz önüne alındığında, tarım alanlarından en yüksek verimin elde edilmesini sağlamak büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, bitkilerin su ve besin maddesi gereksinimlerinin optimum düzeyde sağlanması gerekmektedir. Ancak besin elementlerinin yayınlılığını ve tarımsal üretimi sınırlandıran pek çok faktör bulunmaktadır. Bunlardan ilki Akdeniz ülkeleri yanı sıra dünya çapında kurak ve yarı

kurak iklim özelliklerine sahip 600 milyon ha'dan fazla alanı kaplayan kireç (Leytem ve Mikkelsen, 2005) diğeri ise tuzluluktur (Li ve ark., 2005).

Kireçli topraklar toprak-su ilişkileri, verimlilik ve besin elementlerinin yayırlılığı gibi doğrudan bitki gelişimi ile bağlantılı olarak toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerine etki etmektedir (FAO, 1973). Aşırı  $\text{CaCO}_3$  toprak pH'sını etkilemekte, yüksek pH düzeyleri bitki besin elementlerinin yayırlılığını azaltmakta, amonyak halinde azot kayıplarına yol açmaktadır. Fosforun çözünürlüğündeki azalma da yine bu tip topraklarda meydana gelmekte, artan pH düzeyleri ile Fe, Cu, Zn ve Mn gibi mikro elementlerin yayırlılığı da azalmaktadır.

Bitki gelişiminde olumsuz etkilere sahip olan toprak tuzluluğu,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  ve B iyonlarının topraktaki aşırı yüksek miktarları olarak tanımlanmakta, bitki gelişimi ve verim, bu zararlı iyonların aşırı alınımı nedeniyle etkilenmektedir (Grattan ve Grieve, 1999). Bitkiler üzerindeki olumsuz etkisi genellikle fizyolojik kuraklık olarak nitelendirilmektedir. Yüksek tuz içeriği toprağın osmotik su potansiyelini düşürmekte, suyun bitki kökleri tarafından alınımını sınırlandırarak bitki besin elementlerinin absorpsiyonunu azaltmakta ve toprakların verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Yukarıda belirtilen olumsuz toprak koşullarının bitki gelişimini sınırlandırıcı etkisini azaltmak ve verimliliğini artırmak amacıyla topraktan çeşitli toprak düzenleyicileri uygulanmaktadır. Bu toprak düzenleyicilerden birisi de humik maddelerdir. Humik maddeler (Humik asit ve fulvik asit) toprak organik maddesinin temel bileşenleri ve humus terimi ise toprak organik maddesi ile özdeşleşmiş durumdadır (Chen ve Aviad, 1990).

Humik maddeler yeterli mineral gübrelemenin yapıldığı koşullarda bitki gelişimi üzerine olumlu yönde etki etmektedir (Chen ve Aviad, 1990). Bu maddeler besin elementleri ile kompleks bileşikler veya metalik katyonlarla şelat oluşturarak besin elementlerinin yayırlılıklarını artırmaktadır (Lobartini ve ark., 1997). Yapılan araştırmalarda humik maddelerin tohum çimlenmesini, kök çıkışını, fidelerin büyümesini ve gövde gelişimini artırdığı, kimi makro ve mikro besin elementlerinin alınımını ve bitki içerisinde taşınmasını teşvik ettiği ve bitkilerde büyüme hormonlarına benzer davranışlar sergileyebildiği bildirilmiştir (Chen ve Aviad, 1990; Varanini ve Pinton, 1995; Bohme ve Thi Lua, 1997; Adani ve ark., 1998; Nardi ve ark. 2002; Eyheraguibel ve ark. 2008; Çelik ve ark. 2008; Aşık ve ark. 2009; Turan ve ark.2011; Çelik ve ark. 2011).

Son yıllardaki çalışmalar humik asidin çeşitli bitkilerin büyüme ve gelişmeleri yanında susuzluk, tuzluluk gibi stres faktörleri, toksik miktarlardaki elementlerin olumsuz etkilerinin giderilmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Xudan (1986); Masciandaro ve ark. (2002); Tan (2003) ile Kulikova ve ark. (2005) humik maddelerin abiotik stres koşullarında kimi zararlı elementlerin alınımını azaltarak besin elementlerinin

alınımını teşvik etmek suretiyle anti-stress etkilerinin de bulunabileceğini, bu maddelerin düşük molekül ağırlıklı bileşenlerinin bitkiler tarafından alınabildiğini ve bu bileşenlerin hücre zarının geçirgenliğini arttırdığını belirtmişlerdir.

Yapraktan humik asit uygulamalarının bitki gelişimini olumlu yönde etkilediği, kök uzunluğunu artırdığı bildirilmiştir (Malik ve Azam, 1985). Makro ve mikro besin elementlerinin alınımının artması yanı sıra, solunum, fotosentez, protein ve nükleik asit sentezi üzerine teşvik edici etkisinin olduğu ve hücre zarının ve tonoplastın H<sup>+</sup>-ATPaz aktivitesini düzenlediği bildirilmiştir (Tan 2003; Tejada ve Gonzalez 2003). Pek çok bitkinin klorofil içeriğini artırdığıda belirtilmiştir (Visser 1985; Xudan 1986). Yapılan çalışmalarda humik asidin hormon seviyesini düzenleyen, bitki gelişimini ve strese dayanımını artıran büyüme regülatörü olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Piccolo ve ark., 1992). Fulvik asitlerin yapraktan uygulanmasının buğday bitkisinin kuru koşullarda verimini sulu kontrole oranla % 97 oranında artırdığı bildirilmiştir (Xudan, 1986). Yarı kurak koşullarda yapraktan humik asit uygulamasının geleneksel gübre uygulamasına alternatif olarak uygulanabileceği, kök ve gövde büyümesi yanısıra bitkilerdeki çevresel strese karşı direnci artırdığı belirtilmiştir (Goatley ve Schimidt, 1990).

Bu çalışmada tuzlu ve kireçli toprak koşullarında artan miktarlarda yapraktan uygulanan humik asidin mısır bitkisinin gelişimi ve kimi besin elementi alımı üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Metod

Denemede kullanılan toprak materyali Uludağ Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi arazisinde yer alan üretim tarlasından 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Toprak sınıflandırma sistemine göre Vertisol (Typic Haploxerert) ve FAO/Unesco sınıflandırma sistemine göre Eutric Vertisol birimine dahil edilmiştir (Aksoy ve ark. 2001).

Toprakların kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri analiz edilmiş, değerler Çizelge 1'de sunulmuştur. Toprakların bünye özellikleri hidrometre metoduna göre belirlenmiştir (Soil Survey Manual, 1951). Toprakların pH ve EC değerleri 1:2.5 toprak-su ekstraktında, kireç içerikleri ise Schiebler kalsimetre metoduyla belirlenmiştir (Richards, 1954). Organik madde içerikleri modifiye Walkley-Black metoduna göre (Nelson ve Sommers, 1982), toplam azot içerikleri ise Buchi K-437/K-350 yakma/damıtma ünitesinde Kjeldahl metoduna göre belirlenmiştir (Bremmer, 1965). Toprakların yarayıklı fosfor içerikleri ise Olsen metoduna göre Shimadzu UV 1208 model spektrofotometre ile belirlenmiştir (Olsen ve ark., 1954). Değişebilir katyonlar (Na, K, Ca ve Mg) amonyum asetat pH 7.0 ile ekstrakte edilmiş (Pratt, 1965), ekstrakttaki Na, K ve Ca değerleri Eppendorf Elex 6361 model flamefotometre ile

belirlenmiştir. Toprakların yarıyıllı Fe, Cu, Zn ve Mn içerikleri DTPA (0.005 M DTPA+0.01 M CaCl<sub>2</sub> +0.1 M TEA pH7.3) ile ekstrakte edilerek Philips PU9200x model Atomic Absorbsiyon Spektrofotometresi ile belirlenmiştir (Lindsay ve Norvell, 1978).

Çizelge 1. Denemede Kullanılan Toprağın Kimi Özellikleri

Bünye sınıfı												Değişebilir katyonlar,				Yarıyıllı			
Kumlu Kil												mg kg <sup>-1</sup>				mikroelementler,			
												mg kg <sup>-1</sup>				mg kg <sup>-1</sup>			
Kum, %	Silt, %	Kil, %	pH	EC, mS. cm <sup>-1</sup>	Kireç, % CaCO <sub>3</sub>	Organik madde, %	Toplam azot, (N), %	Yarıyıllı fosfor, (P), mg kg <sup>-1</sup>	Na	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn			
45.15	15.22	39.63	7.24	0.83	0.22	1.30	0.08	7.96	39.1	175.5	3852	282	5.56	1.30	0.20	10.44			

Deneme cam sera ortamında tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Hava kuru toprak örnekleri 4 mm'lik elekten elendikten sonra, uygulama konularına göre toplam ağırlık 5 kg olacak şekilde hesaplanan kireç ve toprak geniş bir kaptaki karıştırılarak polietilen torba geçirilmiş plastik saksılara (20x18 cm) konulmuştur. Topraklara % 40 CaCO<sub>3</sub> ve 60 mM NaCl ilave edilerek stres koşulları oluşturulmuştur. Saksılar 30 günlük inkübasyona bırakılmış, daha sonra saksılara ekimden önce temel gübre olarak 100 mg N kg<sup>-1</sup> (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), 80 mg P kg<sup>-1</sup> ve 100 mg K kg<sup>-1</sup> (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), 0.5 mg Zn Kg<sup>-1</sup> (ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) uygulanmıştır. Hibrid mısır (*Zea mays* L.) (Fleuri AG 92149) çeşidinden 6 adet ekilmiş, çıkışlardan sonra 4'e seyreltilmiştir. Humik asit (Delta Humat) yapraktan % 0 (H0), % 0.1 (H1) ve % 0.2 (H2) düzeylerinde çıkıştan 20 ve 35 gün sonra püskürtülerek uygulanmıştır. Leonardit'ten elde edilmiş olan humik asit (% 12'lik, pH: 12.86, EC: 32.8 mS cm<sup>-1</sup>) Delta Kimya şirketinden sağlanmıştır.

İki aylık gelişim sonucunda bitkiler toprak yüzeyinden kesilmek suretiyle hasat edilmiş, çeşme suyu ve saf suyla yıkandıktan sonra 65 °C'de 72 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır. Kuru ağırlıkları alındıktan sonra öğütülen bitkiler, HNO<sub>3</sub>+HClO<sub>4</sub> karışımı ile yaş yakılmıştır. Yaş yakılan örneklerde Na, K, Ca flamefotometre cihazında (Horneck ve Hanson, 1998), Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn ise Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre cihazında belirlenmiştir. Bitki örneklerinde toplam azot Kjeldahl metoduna göre Buchi K-437/K-350 yakma/damıtma ünitesinde, fosfor ise vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemine göre Shimadzu UV 1208 model spektrofotometre ile belirlenmiştir (Lott ve ark., 1956).

Tüm verilerin Tarist istatistik programı kullanılarak istatistikî analizi yapılmış, ortalamalar ise AÖF (Asgari Önemli Fark) testi ile  $p<0.01$  ve  $p<0.05$  aralığında değerlendirilmiştir.

### 3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

Denemede kullanılan toprak; kumlu kil bünyeye ve nötr pH'ya sahip, kireç, organik madde ve tuz içeriği düşük, azot, fosfor ve çinko bakımından yetersiz durumdadır (Çizelge 1). Yapraktan uygulanan humik asidin tuzlu ve kireçli koşullarda mısır bitkisinin kuru madde, kaldırılan makro ve mikro element miktarları üzerine etkisine ilişkin istatistiksel sonuçlar Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2. İstatistiksel sonuçlar ve LSD değerleri.

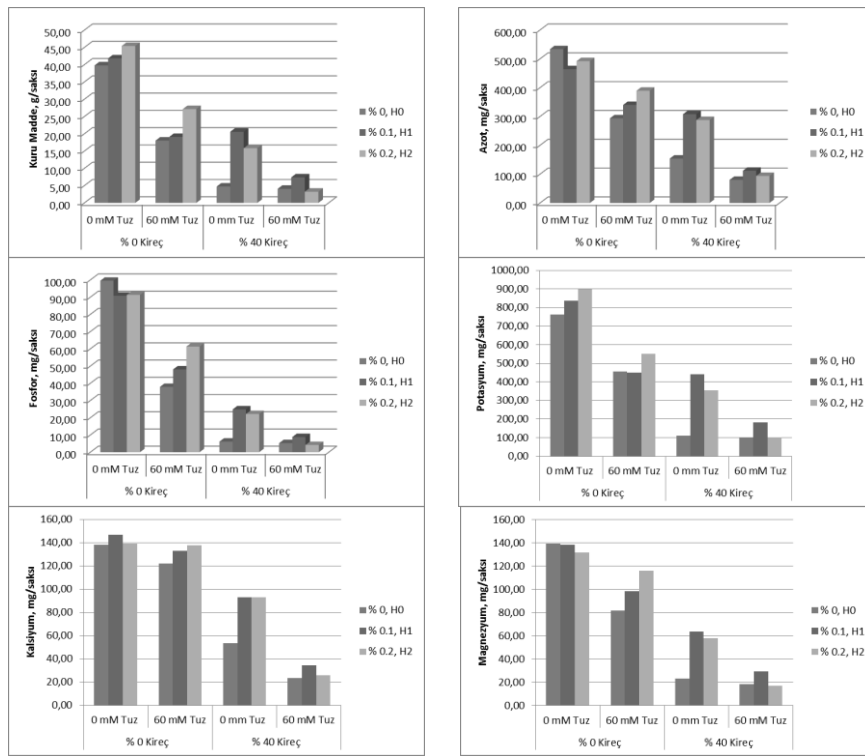
Faktör	KM	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
A	4.795**	44.014**	öd	öd	12.698**	11.670*	öd	öd	0.046*	0.078**	0.193*
B	3.915**	35.937**	8.957**	124.760**	10.368**	12.905**	4.285**	0.205**	0.051**	0.064**	0.213**
AxB	5.007*	45.961*	öd	öd	öd	öd	öd	0.356**	öd	öd	0.369**
C	3.915**	35.937**	8.957**	124.760**	10.368**	12.905**	4.285**	0.205**	0.051**	0.064**	0.213**
AxC	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	0.065*	öd	0.272*
BxC	**	öd	12.667**	öd	14.663**	öd	öd	0.290**	0.072**	öd	öd
AxBxC	öd	88.028**	16.200*	öd	18.753*	31.611**	öd	0.503**	0.125**	0.116*	0.522**
Faktör A: Humik asit,				*: $p<0.05$			KM: Kuru Madde (g saksı <sup>-1</sup> )				
Faktör B: Kireç,				**: $p<0.01$							
Faktör C: Tuz,				öd: önemli değil							

Denemeden elde edilen verilere göre tuz ve kirecin bulunmadığı kontrol uygulamasında mısır bitkisinin kuru madde verimi yüksek düzeyde bulunurken, toprağa uygulanan tuz ve kireç, mısır bitkisinin çimlenme gücünü etkilemiş ve kuru madde verimini de önemli düzeyde düşürmüştür (Şekil 1). Toprağa uygulanan tuz ve kireç, mısır bitkisinin kaldırdığı kimi makro ve mikro besin elementi miktarlarını da olumsuz yönde etkilemiştir (Şekil 1 ve Şekil 2).

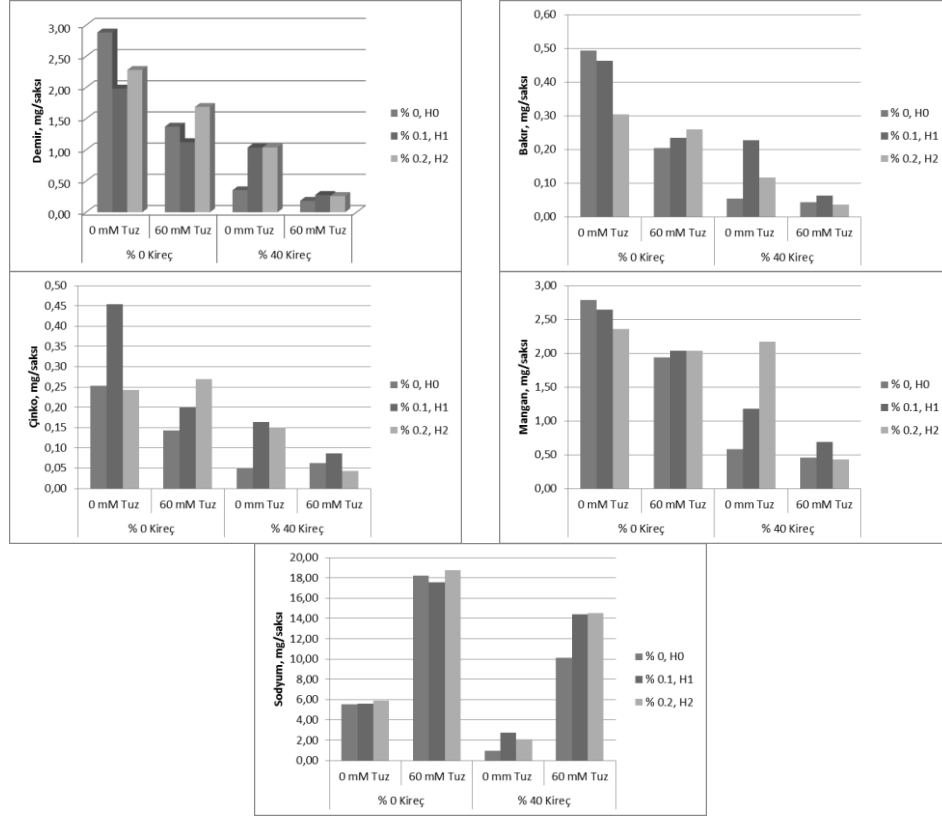
Tuz ve kirecin bulunmadığı ortamda yetiştirilen kontrol bitkilerine yapraktan artan miktarlarda uygulanan humik asit, bitkinin kuru madde verimini ve kaldırılan potasyum, kalsiyum ve çinko miktarlarını artırmıştır.

Tuz ve kirecin uygulandığı konularda da humik asidin artan miktarlarda yapraktan uygulanmasının, bitkinin kuru madde verimini ve kimi makro ve mikro besin maddelerinin topraktan kaldırılan miktarlarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Bu etki tuzlu toprak koşullarında humik asidin ikinci dozunda (H2) en yüksek düzeyde bulunurken, yalnızca kirecin ya da hem tuz hem de kirecin birlikte bulunduğu koşullarda en yüksek etki humik asidin birinci dozundan (H1) elde edilmiştir (Şekil 1 ve Şekil 2).

Kireçli topraklar yüksek karbonat ve kalsiyum içerikleri ile yüksek pH'ya sahip olmaları nedeniyle, bitki besin elementlerinin çözünürlüğünü azaltarak bitkilerde kirece bağlı kloroz oluşumuna sebep olmakta, sık sık kireçli topraklar üzerinde yüksek pH nedeniyle mikro besin elementlerinin noksanlığı görülmektedir (Mengel ve Kirkby, 1982; Rowell, 1989; Kacar ve Katkat 2007). Benzer olarak tuzlu toprak koşullarında da mikro elementlerin çözünürlüğü kısmen azalmakta ve bitkiler bu elementlerin noksanlık belirtilerini göstermektedir (Page ve ark., 1990). Yapılan pek çok sera denemesinde tuzluluğun bitkideki azot birikimini (Alam, 1994), fosfor içeriğini (Navarro ve ark., 2001) ve potasyumun alınımını sodyum ile olan rekabetleri nedeniyle azalttığı bildirilmiştir (Lopez ve Satti, 1996). Toprak çözeltisindeki yüksek sodyum, kalsiyum ve magnezyum alınımında da antagonistik etkiye sahiptir (Bernstein, 1975). Bu durum genellikle kök hücre membranlarında kalsiyum ile yer değiştirmelerinden kaynaklanmaktadır (Yermiyahu ve ark., 1997).



Şekil 1. Humik Asidin Mısır Bitkisinin kuru madde ve topraktan kaldırılan N, P, K, Ca ve Mg miktarı üzerine etkileri.



Şekil 2. Humik asidin Mısır Bitkisinin topraktan kaldırılan Fe, Cu, Zn, Mn ve Na, miktarı üzerine etkileri

Yapılan çeşitli çalışmalarda yapraktan humik asit uygulamalarının bitkinin kuru madde içeriğini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir. Turp bitkisine  $1200 \text{ ml ha}^{-1}$  dozunda yapılan uygulama ile bitkinin kuru madde veriminde belirgin artışlar görülmüş (Albayrak ve Çarnaş, 2005), Ekmeklik buğdaya yapraktan humik asit uygulaması ile yine bitkinin kuru madde veriminde kontrole oranla artış gözlenmiştir (Delfine ve ark., 2005). Chen ve Aviad (1990), pek çok araştırıcının çeşitli bitkilere uygulanan  $50\text{-}300 \text{ mg L}^{-1}$  humik asit dozunun bitkinin kuru ağırlığında artışlar meydana getirdiğini belirtmiş, yapılan çok sayıda laboratuvar çalışmaları sonucunda etkin bir yapraktan gübre uygulaması için gerekli humik madde miktarının  $250 \text{ mg L}^{-1}$



civarında olması gerektiğini bildirmiştir. Tan (2003) yapılan çeşitli araştırma sonuçlarına göre, uygulanması gereken optimum humik asit dozunu 400-600 mg L<sup>-1</sup> olarak bildirmiş, Lee ve Bartlett (1976) ve David ve ark (1994) da çok aşırı humik asit uygulamasının yararlı etkisini azaltacağını belirtmiştir. Bir ürün için etkili olan uygulama dozunun diğer bir bitki için hücre zarına zarar vererek toksik etki yapabileceği ve 1000 mg L<sup>-1</sup> nin üzerindeki dozlarda dikkatli olunması gerektiği bildirilmiştir (Vaughan ve McDonald, 1976; Tan, 2003). Çalışmamızda uygulanan dozlar diğer araştırmacıların önermiş olduğu sınırlar içerisinde yer almıştır.

Xudan (1986) yapraktan fulvik asit püskürtülmesi ile bitkinin klorofil düzeylerinde ve köklerden <sup>32</sup>P alınımında artış görüldüğünü bildirmiştir. Brownell ve ark. (1987) domates, pamuk ve asma bitkisine erken dönemde topraktan ve ileriki dönemlerde yapraktan humik madde uygulamaları sonucunda hormon benzeri etki ile ürün miktarında artışlar görüldüğünü bildirmiştir.

#### 4. Sonuç

Tuzlu ve kireçli toprak koşullarında yapraktan humik asit uygulaması ile bitki gelişiminde ve bitki besin maddelerinin alınımında olumlu etki görülebileceği sonucuna varılmıştır. Bir seferlik yapraktan uygulamanın yetersiz olduğu uygulamaların bir kaç kez tekrarlanması gerektiği bununla beraber uygulamalardan elde edilecek yararın humik asidin kaynağına, konsantrasyonuna, parça büyüklüğüne ve bitki türüne bağlı olduğu da göz ardı edilmemelidir (Nardi ve ark.,2002).

Bu çalışma Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu (2003/92) ve TÜBİTAK (TOVAG 105 O 345) tarafından desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Adani F, Genevini P, Zacheo P, Zocchi G. 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *J Plant Nut.* 21, 561-575.
- Aksoy E, Dirim MS, Tumsavas Z, Ozsoy G. 2001. Formation of Uludag University campus soils. Physical, chemical characteristics and classification.118. U.U. Research Projects Fond, Project No: 98/32, Bursa.
- Alam, S.M., 1994. Nutrient by plants under stress conditions. In: *Handbook of Plant and Crop Stress*, Pessaraki, M. (Ed.) Marcel Dekker, New York, pp: 227-246.
- Albayrak, S., and N. Çarnaş. 2005. Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield components of forage turnip. *Journal of Agronomy.* 4 (2): 130-133.

- Aşık, B.B., Turan, M.A. Çelik, H. and Katkat, A.V.2009. Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv Salihli) under conditions of salinity. Asian Journal of CropScience. 1 (2): 87-95.
- Bernstein, L. 1975. Effect of salinity and sodicity on plant growth. Ann. Rev. Phytopathol., Palo Alto, 13:295-312.
- Bohme M, Thi Lua H. 1997. Influence of mineral and organic treatments in the rhizosphere on the growth of tomato plants, Acta Hortic. 450: 161-168.
- Bremmer JM. 1965. Total nitrogen. C.A. Black (Ed) Methods of soil analysis, Part 2. American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, 1149-1178.
- Brownell, J.R., G. Nordstrom, J. Marihart, and G. Jorgensen. 1987. Crop responses from two new leonardite extracts. Science of the Total Environment. 62:492-499.
- Chen Y, Aviad T. 1990. Effect of humic substances on plant growth. In: MacCarthy P. (Ed.). Humic substances in soil and crop sciences: Selected readings.161-186. Am. Soc. of Argon. and Soil Sci. Soc. of Am., Madison, Wisconsin,.
- Çelik, H., A.V. Katkat, B.B. Aşık and M.A.Turan, 2008. Effects of Soil Application of Humus on Dry Weight and Mineral Nutrients Uptake of Maize under Calcareous Soil Conditions. Archives of Agronomy and Soil Science, 54(6):605-614.
- Çelik,H., A.V.Katkat, B.B. Aşık and M.A.Turan. 2011. The Effect of Foliar Applied Humic Acid to Dry Weight and Mineral Nutrients Uptake of Maize Under Calcareous Soil Conditions. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 42(1),29-38.
- David PP, Nelson PV, Sanders DC. 1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. J Plant Nut. 17(1),173-184.
- Delfine, S., R. Tognetti, E. Desiderio, and A. Alvino. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomy in Sustainable Development. 25: 183-191.
- Eyheraguibel B, Silvestre J, Morard P. 2008. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. Biores. Tech. 99(10):4206-4212.
- FAO. 1973. Fao Soils Bulletin 21. Calcareous soils. Report of the fao/undp regional seminar on reclamation and management of calcareous soils Cairo, Egypt 27 November - 2 December 1972.
- Goatley, J.M. Jr., and R.E. Schmidt. 1990. Anti-senescence activity of chemicals applied to Kentucky bluegrass, Journal of American Society of Horticultural Science. 115: 57-61.
- Grattan, S.R. and C.M. Grieve, 1999. Salinity mineral nutrient relations in Horticultural crops. Sci. Hortic. 78:127-157.

- Horneck DA, Hanson D. 1998. Determination of potassium and sodium by flame emission spectrophotometry, In: Karla YP (Ed) Handbook of reference methods for plant analysis, CRC pres, Washington, D.C.157-164.
- Kacar B, Katkat AV. 2007. Plant nutrition. Nobel publication No: 849. Science and biology publication series:29. Ankara Turkey.
- Kulikova, N.A., E.V. Stepanova and O.V. Koroleva, 2005. Mitigating Activity of Humic Substances: Direct Influence on Biota, in Workshop on Use of Humates to Remediate Polluted Environments: From Theory to Practice Zvenigorod, Russia.
- Lee, Y.S., and R.J. Bartlett. 1976. Stimulation of plant growth by humic substances. Soil Science Society of American Journal. 40:876-879.
- Leytem AB, Mikkelsen RL. 2005. The nature of phosphorus in calcareous soils, Better Crop. 89 (2): 11-13.
- Li, W., X.Liu, M.A. Khan and S. Yamaguchi, 2005. The effect of plant growth regulators, nitric oxide, nitrite and light on the germination of dimorphic seeds of *Suaeda salsa* under saline conditions. J.Plant Res., 118:207-214.
- Lindsay WL, Norvell WA. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. Jour. 42: 421-428.
- Lobartini JC, Orioli GA, Tan KH. 1997. Characteristics of soil humic acid fractions separated by ultrafiltration. Com. Soil Sci. and Plant Anal. 28: 787-796.
- Lopez, M.V. and S.M.E. Satti, 1996. Calcium and potassium-enhanced growth and yield of tomato under sodium-chloride stress. Plant Sci., 114: 19-27.
- Lott, W.L., J.P. Gallo and J.C. Meaff, 1956. Leaf analysis technique in coffee research, In Ibec. Research Inc. 1-9:21-24.
- Malik, K.A., and F. Azam. 1985. Effect of humic acid on wheat (*Triticum aestivum* L.) seedling growth. Environmental and Experimental Botany. 25: 245-252.
- Masciandaro, G., B. Ceccanti, V. Ronchi, S. Benedicto and L. Howard, 2002. Humic substances to reduce salt effect on plant germination and growth. Commun. Soil. Sci. Plant., 33:365-378.
- Mengel K, Kirkby EA. 1982. Principles of plant nutrition. International potash institute Bern, Switzerland.
- Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A, Vianello A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biol. and Bioch. 34:1527-1536.
- Navarro, J.M., M.A. Botella, A. Cerda and V. Martinez, 2001. Phosphorus uptake and translocation in salt-stressed melon plants. J. Plant Physiol., 158.375-381.
- Nelson DW, Sommers L. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties.

- Agronomy Monograph No.9 (2 nd Ed.). ASA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA.539-579.
- Olsen SR, Cole CU, Watanabe FS, Dean HC. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Department of Agric. Circ., 939.
- Page, A.L., A.C. Chang and D.C. Adriano, 1990. Deficiencies and toxicities of trace elements. In: *Agricultural Salinity Assessment and Management*, Tanji, K.K.(Ed.) ASCE, New York, 138-160.
- Piccolo, A., S. Nardi, and G. Concheri. 1992. Structural characteristics of humic substances as regulated to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. *Soil Biology and Biochemistry*. 24:373-380.
- Pratt PF. 1965. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. Ed. C.A. Black. Amer. Soc. Agr. Inc. Publisher Agro. Series No 9, Madison, USA.
- Richards LA. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. United State Department of Agriculture, Agriculture Handbook No 60.
- Rowell DL. 1989. Soil acidity and alkalinity. In: *Russell's soil conditions and plant growth*. Ed. A. Wild. Department of soil science, University of Reading. The Bath Press., Avon.
- Soil Survey Manual. 1951. U.S. Dept. of Agriculture. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. U.S.Dept. Agriculture, Handbook No:18. U.S. Govt. Print. Off. Washington, DC. 503, Illus.
- Tan KH. 2003. *Humic matter in soil and environment, principles and controversies*, Marcel Dekker, Inc. 270 Madison Avenue, New York.
- Tejada, M., and J.L. Gonzalez. 2003. Effects of foliar application of a byproduct of the two-step olive oil mill process on maize yield. *Agronomie*. 23:617-623.
- Turan, M.A., A.V.Katkat, B.B. Aşık and H. Çelik. 2011. The Effects of Soil-Applied Humic Substances to the Dry Weight and Mineral Nutrient Uptake of Maize Plants under Soil-Salinity Conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanica* 39(1),171-177.
- Varanini Z, Pinton R. 1995. Humic substances and plant nutrition. *Progress in Bot*. 56: 97-117.
- Vaughan, D., and I.R. McDonald. 1976. Some effects of humic acid on the cation uptake by parenchyma tissue. *Soil Biology and Biochemistry*. 8:415-421.
- Visser, S.A. 1985. Physiological action of humic substances on microbial cells. *Soil Biology and Biochemistry*. 17:457-462.
- Xudan, X., 1986. The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and wheat yield. *Journal of Agricultural Research*, 37:343-350.

Yermiyahu, U., S. Nir, G. Ben-Hayyim, U. Kafkafi and B. Kinraide, 1997. Root elongation in saline solution related to calcium binding to root cell plasma membranes. *Plant Soil*, 191: 67-76.